

## PRECISION COORDINATE POSITION DETECTION AND POSITION CONTROL UNIT BY COMPOSITE DIFFRACTION GRATING METHOD

Patent Number: JP53032759  
Publication date: 1978-03-28  
Inventor(s): MIZUSHIMA NOBUHIKO; others: 01  
Applicant(s): NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
Requested Patent: ☐ JP53032759  
Application Number: JP19760106640 19760908  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G01B11/02; G01B9/02  
EC Classification:  
Equivalents: JP1130070C, JP57025127B

---

### Abstract

**PURPOSE:**Automatic aligning of mask patten and wafer is accomplished at high accuracy by performing aligning from the change in light intensity of the specific frequency component of the Fourier-transform image of the composite diffraction grating formed by superposing two diffraction gratings.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨日本国特許庁

⑩特許出願公開

## 公開特許公報

昭53—32759

⑪Int. Cl. <sup>2</sup>	識別記号	⑫日本分類	庁内整理番号	⑬公開	昭和53年(1978)3月28日
G 01 B 11/02		106 C 22	7517—24		
G 01 B 9/02 //		106 C 0	7517—24	発明の数	3
H 01 L 21/00		99(5) C 5	6603—57	審査請求	有

(全 13 頁)

⑭合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置

⑮特 願 昭51—106640

⑯出 願 昭51(1976)9月8日

⑰発 明 者 水島宜彦

武蔵野市緑町3丁目9番11号

日本電信電話公社武蔵野電気通

信研究所内

⑱発 明 者 鳥居康弘

武蔵野市緑町3丁目9番11号

日本電信電話公社武蔵野電気通

信研究所内

⑲出 願 人 日本電信電話公社

⑳代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名

### 明 細 書

#### 1.発明の名称

合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置

#### 2.特許請求の範囲

(1) 第1の物体を第2の物体の所定の基準位置に位置合せする装置において、少なくとも、前記第1の物体に位置合せ用パターンとして具備されている回折格子Iと、前記第2の物体に基準位置パターンとして具備されている回折格子IIと、前記回折格子I、IIが重なるように前記第1もしくは第2の物体を相対的に動かす移動部と、前記回折格子I、IIが重なり形成される合成回折格子部に入射させるコヒーレント光もしくは準単色光と、前記合成回折格子のフーリエ変換像の特定周波数成分を透過させる空間フィルター部と、該空間フィルター部の透過光強度を検出する光電変換部とを有することを特徴とする合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置。

(2) 第1の物体を第2の物体の所定の基準位置に位置合せする装置において、少なくとも、前記第1の物体に位置合せ用パターンとして具備されている回折格子Iと、前記第2の物体に基準位置パターンとして具備されている回折格子IIと、前記回折格子I、IIが重なるように前記第1もしくは第2の物体を相対的に動かす移動部と、前記回折格子I、IIが重なり形成される合成回折格子部に入射させるコヒーレント光もしくは準単色光と、前記合成回折格子のフーリエ変換像の特定周波数成分を透過させる空間フィルター部と、該空間フィルター部の透過光強度を検出する光電変換部と、前記第1の物体と第2の物体との相対的移動量を検出するため前記空間フィルター部からの透過光強度変化の周期数を計数する装置とを有することを特徴とする合成回折格子法による精密な座標位置検出装置。

(3) 第1の物体を第2の物体の所定の基準位置に位置合せする装置において、少なくとも、

前記第1の物体に位置合せ用パターンとして具備されている回折格子Iと、前記第2の物体に基準位置パターンとして具備されている回折格子IIと、前記回折格子I、IIが互なるように前記第1もしくは第2の物体を相対的に動かす移動部と、前記回折格子I、IIが互なり形成される合成回折格子部に入射させるコヒーレント光もしくは単色光と、前記合成回折格子のフーリエ変換部の特定期波成分を透過させる空間フィルター部と、該空間フィルター部の透過光強度を検出する光電変換部と、該光電変換部からの電気信号を処理し前記移動部を自動的に制御する信号処理制御部とを有することを特徴とする合成回折格子法による自動位置制御装置。

(4) 第1の物体を透過面、第2の物体を反射面として構成したことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置。

(5) 回折格子IおよびIIの形状が、合成回折格子の分布を一定周期にならしめるようなマ

(9) 回折格子IおよびIIが各々粗・細2種類の回折格子から構成され測定範囲を拡大したことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置。

(10) 第1の物体をマスクパターン、第2の物体を半導体ウエハーとし、合成回折格子に入射する光が複数の級スペクトルを含むとき、色フィルターもしくは干渉フィルターを挿入し、単一波長の光のみを光電変換部に導びくように構成して、マスクパターンをウエハーに焼付ける光源を位置合せ用の光源としても使うことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置。

(11) 低次と高次の空間周波数成分を透過させる空間フィルター部と各々の周波数成分を検出できる光電変換部から構成され、位置検出精度を向上したことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置

検出および位置制御装置。

(6) 回折格子IおよびIIが、第1の物体および第2の物体の各々に少なくとも2ヶ所以上具備されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置。

(7) 回折格子IおよびIIの形状が、各々直交する回折格子から構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置。

(8) 空間フィルター部が直交する2個方向の位置ずれ検出用の空間フィルターと回転ずれ検出用の空間フィルターとから構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置検出および位置制御装置。

検出および位置制御装置。

(12) 高次の空間周波数成分を透過させる空間フィルター部から構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置検出装置。

(13) 光電変換部の出力の極値を一定になるように信号処理して、その補正出力から一箇所内の座標位置を精密に検出できるようにしたことを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の合成回折格子法による精密な座標位置検出装置。

(14) 光電変換部の出力の極値が一定になるように信号処理制御部で出力を補正して、その補正出力から回折格子Iと回折格子IIを一定だけずらした位置にも位置合せをできるように構成したことを特徴とする特許請求の範囲第(3)項記載の合成回折格子法による自動位置制御装置。

### 3.発明の詳細な説明

本発明は、精密な座標測定装置、とくに半導体IC、LSIの作製にあつて、マスクパターンとウエハーの位置合せを行なう装置に関する

ものである。

半導体技術は、トランジスタ、ダイオードの単体からICさらに高集積度のLSIへと急速な発展を遂げている。この分野において、マスクパターンをウエハーに一括露光転写する工程で、マスクパターンをウエハーの所定の基準位置に合わせる技術が欠かせない。

従来、この種の大部分の位置合せ装置では、作業者がICパターンもしくは基準パターンの顕微鏡拡大像を肉眼で観察し所定の位置合せを行なっていた。最近、この位置合せを自動化することが重要な問題になつており、光電顕微鏡の技術を用いる方法、パターンからの反射光の強度を比較する光量バランス方式などの自動位置合せ装置が開発され実用化されつつある。しかしながら、これらの装置で得られている自動位置合せ精度は、ほぼ $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 程度である。将来のICの高集積度の進展のためには、より微細な導線回路パターンを作製することが必要であり、それに伴つて、より高精度なマスクパター

ンの位置合せ装置の開発が望まれているが、決定的な装置は存在しない。

この例に見られるように、精密な座標検出、比較、制御装置は重要な問題である。

本発明は、マスクパターンおよびウエハーに位置合せ用の基準パターンとして、IC用のパターンとは別に回折格子を設け、2つの回折格子が直なることにより形成される合成回折格子のフーリエスペクトルの特定成分を検出して位置合せを行なうことを特徴とし、その目的は、従来の方式と全く異なつた原理に基づき $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内の高精度な自動位置合せ装置を提供するところにある。

以下図面について詳細に説明する。

本発明では、2つの回折格子が直なることによつて新たに形成される回折格子を“合成回折格子”と呼び、本発明の主要な組成部としてこの合成回折格子によるフーリエ変換像（フラウンホーフ回折像）の特定周波数成分の光強度変化を用いている。従来、回折格子を重ね合わ

せたものとしてモアレ縞が良く知られている。合成回折格子は2つの回折格子の方向を一致させてモアレ縞を生じないようにしたもので、モアレ縞とは本質的に異なっている。

まず、合成回折格子の基本特性について述べる。第1図は、合成回折格子の概念図であつて、同図(a)は回折格子の直なりを示す全体の概念図、同図(b)はその断面図、同図(c)は同図(b)と等価な合成回折格子を示している。第1図において、1、2は回折格子、3は光を透過する開口部、4は光を遮蔽する部分、5は平行なコヒーレント光、もしくは単色光、6は回折格子1、2の直なりによつて生じる合成回折格子、7は回折光である。ここで、回折格子1および2は光を透過する開口部3と光を遮蔽する部分4から形成されているバイナリーな吸収型の回折格子とし、回折格子1、2のピッチ $P_1$ 、 $P_2$ を $P_1 = P_2 = P$ 、光を透過する開口部3の大きさ $a_1$ 、 $a_2$ を $a_1 = a_2 = a$ とする例を示した。第1図(a)に示した如く、回折格子1、2を

同一方向に重ねるとその断面図は同図(b)で示される。このとき、同図(b)の回折格子1、2で形成される回折格子は、同図(c)に示される合成回折格子6と等価と考えられる。ピッチPの回折格子は、第1図(c)に示されているように $\theta = \sin^{-1} \frac{k\lambda}{P}$  ( $k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ ,  $\lambda$ は使用する光5の波長)の方向に強い回折光が生じ、 $k$ の値によつて $k$ 次の回折光と呼ばれている。第1図(c)の合成回折格子6の回折光7も一般に $k$ 次の回折光を生じる。しかしながら、回折格子1と2が $P/2$ だけずれている $d = 1/2 P$  (第1図(b)参照)のときは、合成回折格子6は、ピッチが $P/2$ の回折格子と等価になるため、回折光は $\theta = \sin^{-1} \left( \frac{m\lambda}{P/2} \right) = \sin^{-1} (2m\lambda/P)$ , ( $m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$ )の方向のみ生じる。すなわち、 $\theta = \sin^{-1} (k\lambda/P)$  ( $k = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots$ )の奇数次の回折光は生じなくなる。よつて、奇数次の回折光の光強度変化を検出して、その光強度が最小値になるように2つの回折格子を重ね合わせることににより、回折格子1、2の相対的な位

位合せが可能になる。

第2図は、2つの回折格子の相対的な位置ずれ $\delta$ に対する1次回折光の光強度変化を示した理論曲線の代表例である。回折格子の開口部の大きさ $a$ は、ピッチ $P$ の約3/4にしている。2つの回折格子が $\delta = 1/2 P$ だけずれている時、1次の回折光強度は最小になる。このことを確認するため第3図に示されている光学配位で実験を行なった。同図において1, 2は回折格子、5は平行なコヒーレント光( $\text{He-Ne}$ :6328 Å)、6はフーリエ変換レンズ、9は空間フィルター、10は光検出器であり、また1はフーリエ変換レンズ6の焦点距離である。回折格子1、及び2を同一方向に直なるようにしておき、回折格子1を $x$ 方向に動かして移動距離をミクロメータで測定した。直なつた回折格子1、2で形成される合成回折格子を平行なコヒーレント光5で照明し、フーリエ変換レンズ6によつて得られるフーリエ変換像の1次の回折光に相当する空間周波数成分のみを空間フィルター

9によつて透過させ、光検出器10で光強度変換した。これによつて、回折格子1の移動量に対する1次の回折光強度の変化が検出される。実験の実験結果を第4図に示した。第4図(a)は、回折格子1、及び2のピッチ $P$ を20  $\mu\text{m}$ 、開口部の大きさ $a$ を15  $\mu\text{m}$ にした時の実験結果である。第2図の理論曲線と良く対応している。両端で理論的な曲線とずれているのは、2つの回折格子間の間隙の影響で、ギャップの変曲を少なく一定値に保つておけば再現性の高い実験結果が得られ、 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内の移動量の位合せに対して原理的に支障がない。第4図(b)は第4図(a)の出力の最少値付近を拡大したもので、 $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内の位置ずれを充分検出してあり、合成回折格子法により $\pm 0.5 \mu\text{m}$ 以内の位置合せが可能であることを示している。一般に位置ずれの検出感度は、(a)回折格子のピッチを小さくする、(b)高次の回折光を検出する、ことにより向上する。

2枚の回折格子が透過型の場合について述べ

たが、2枚の回折格子のうち1枚を反射型の回折格子にしても全く同様の位合せが可能である。反射型の回折格子を用いた場合の光学系を第5図に示す。同図において、1は透過型の回折格子、5はコヒーレント光もしくは単色光、6はフーリエ変換レンズ、9は空間フィルター、10は光検出器、11はビームスプリッター、12は反射型の回折格子であり、1はフーリエ変換レンズ6の焦点距離である。反射型の回折格子12は、第1図(a)の透過型の回折格子2の開口部 $a$ に $\text{Al}$ 、 $\text{Ag}$ などを蒸着して光を反射させるようにしたものである。この場合も、回折格子1及び12で形成される合成回折格子の回折光をビームスプリッター11によつてフーリエ変換レンズ6に結び、フーリエ変換像の特定周波数成分の光強度を空間フィルター9及び光検出器10で検出するもので第3図の場合と全く同一である。

2つの回折格子が同一の場合について述べてきたが、本発明は、これらの回折格子に限定さ

れるものでない。例えば、第1図(b)において、(i)  $P_1 = P_2/2$ ,  $a_1 = -a_2 = P_1$ , (ii)  $P_1 = P_2 = P$ ,  $2P > a_1 + a_2 \geq P$ としても今後の説明と同様の結果が得られる。さらに、必ずしも周期性をもつた回折格子に限定されることもなく、2つのマルテスリット列が直なつた時に、合成回折格子が一定周期をもつような2つのマルテスリット列を使用しても良い。このようなマルテスリット列の組成例を第6図に示す。同図において、3は光を透過する開口部、4は光を反射する部分である。第6図(a)は周期性をもつマルテスリット列の組成例で、マルテスリット列(i), (ii)を直合わせると、位合わせが行なわれた時のみ一定周期 $P/2$ の合成回折格子が生じる。よつて、直なつた時に回折光の生じない特定周波数成分(例えば $\theta = \sin^{-1} k_2/P$  ( $k = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots$ ))の光強度変化の最小値を検出することによつて位合せができる。第6図(b)は、周期性のないマルテスリット列の組成例で、この場合も位合わせが行なわれた

時にのみ(1)に示したような一定周期  $P/2$  の合成回折格子が生じる。よつて、空間周波数の等成分の光強度変化を演出することにより、2つのマルチスリット列(1), (2)の位相合せが行なえる。

透過率、反射率をかえる吸収型の回折格子を用いた場合の例を示したが、回折格子として透過型、反射型の位相回折格子を用いても以上の説明と同様の結果が得られる。第7図に位相型回折格子の具体的な形成例を示した。第7図の13はガラス基板、14は透明な薄膜、15, 16は平行光、17は薄膜、18は反射膜である。第7図(a)は、透過型位相回折格子の例で、ガラス基板13の上に屈折率  $n$  の光学的に透明な薄膜を回折格子状に蒸着するか、もしくは一様に薄膜を蒸着した後に回折格子状にエッチング処理をすることなどによつて作製される。この位相回折格子を透過する光は、薄膜14がない部分を透過する光15-1と薄膜14部分を透過する光15-2との間に  $\delta =$

$2\pi(n-1)L/\lambda$  ( $L$ : 薄膜の厚さ、 $\lambda$ : 使用する光の波長)の位相差を生じる。同様に第7図(b)は、反射型位相回折格子の形成例で、ガラス基板13の上に一様に塗布したフォトレジストを回折格子状にエッチング処理したり、もしくは透過型回折格子と同様にして作製した薄膜17の上に、 $Al$ ,  $Ag$  などの反射膜18を一様に蒸着して作製される。この反射型の位相回折格子は、反射光16-1と16-2の間に位相差  $\delta = 4\pi L/\lambda$  ( $L$ : 薄膜17の厚さ)を生じる。

次に位相型回折格子を使用した場合の合成回折格子の性質について述べる。第8図は、2つの位相型回折格子の相対的な位相ずれ量  $d$  に対する1次回折光の光強度変化を示した理論曲線の代表例である。位相型回折格子は第1図(b)においてピッチを  $P_1 = P_2 = P$  とし、開口部を  $a_1 = a_2 = a$  とし、開口部3と遮蔽する部分4との位相差  $\delta = 2\pi(1-a/P)$  か  $\delta = 2\pi(a/P)$  にしたものである。1つの回折格子は反射型回折格子でも良いことは言うまでもない。第8図か

ら明らかなように1次回折光の最小値を演出することにより位相合せができる。また、吸収型の回折格子のときに説明した如く位相型のマルチスリット列を使用しても吸収型の場合と同様の結果が得られる。第9図は、吸収型回折格子と位相型回折格子との相対的な位相ずれ量  $d$  に対する1次回折光の光強度変化を示した理論曲線の代表例である。回折格子は第1図(b)において、回折格子1を吸収型、回折格子2を位相型とし、 $P_1 = P_2 = P$ ,  $a_1 = a_2 = a$  で、位相型回折格子2における開口部3の部分と4の遮蔽する部分との位相差を  $\delta = 4\pi/3$  とした場合である。第9図から明らかなように  $d = P/3$  の時に最小値をもち、この最小値を演出することにより吸収型の場合と同程度の精度で位相合せができる。この場合も1つの回折格子を反射型にしてもよいことは、言うまでもない。

以上の合成回折格子の説明においては、一軸方向の位相合せについて述べたが、これを両軸の位相合せ装置に応用するためには、 $x, y$  の

2軸と回転軸  $\theta$  の制御を行なわなければならない。このため、 $x, y$  軸方向の直交する回折格子の組にするとともに、回転の制御のためには、この回折格子の基準パターンをマスクパターンとウェハーの両方にある程度距離の離れた2ヶ所以上に設ける必要がある。このような基準パターンとしての回折格子の具体的な3つの形成例を第10図に示した。基準パターン19はいずれも直交する回折格子によつて形成され、ある程度距離の離れた2ヶ所に設けられている。

マスクパターンとウェハーの左右の基準パターンを位相合わせすることにより、 $x, y$  軸と回転軸  $\theta$  を含めた全体の位相合せができる。また、回転軸  $\theta$  の位相ずれ検出のためには、回折格子のフーリエ変換像のスペクトル分布の方向性が有効に使用できる。第11図に回折格子の形状とフーリエスペクトルの分布を示した。第11図の1, 2は回折格子、3は光を透過する開口部、4は光を遮蔽する部分、20は回折格子1に対応するフーリエスペクトル、21は回

折格子2に対応するフーリエスペクトル、22はモアレ縞に対応するフーリエスペクトルである。第11図(a)に示したように回折格子1が $\theta$ だけ傾いておくと、フーリエスペクトル20はスリットの周期方向、すなわち第11図(b)のフーリエ変換面の $\xi$ 軸と $\theta$ だけ傾いた直線上に $1/P$  ( $P$ :フーリエ変換レンズの焦点距離)の間隔で強い回折光が生じる。また、第11図(c)に示したように、回折格子1と2との角度を $\theta$ だけ傾けて重ね合わせると、そのフーリエスペクトルは、同図(d)のように回折格子1に対応する $\xi$ 軸と角度 $\theta$ をなす直線上のフーリエスペクトル20と、回折格子2に対応する $\eta$ 軸にそつたスペクトル21の他に、モアレ縞に相当する $\times$ 印で示したフーリエスペクトル22が生じる。ここでは1次元方向の回折格子について述べたが、一般に第10図に示したような直交する回折格子の組を使用すると、第11図(b)、(d)に示したフーリエスペクトル成分と直交する方向にもフーリエスペクトルが生じ

る。よつて、第12図に示すような空間フィルターを用いて、これらのフーリエスペクトルを検出することにより回折軸 $\theta$ の制御をすることができる。第12図において、23, 24は光を透過する開口部、25は光を遮蔽する部分である。第12図(a)は回折格子に対応するフーリエスペクトルの強い成分のみを透過する空間フィルター、第12図(b)はフーリエスペクトルの直交する直線成分を透過する空間フィルターである。これらの空間フィルターを用いて透過光量が最大になるように第11図の回折格子1, 2を回転することにより回折軸 $\theta$ の制御がおこなえる。一般に第12図(a), (b)の空間フィルターを使用する場合は、図のように直交成分を遮蔽した方がS/Nは良く、また高周波成分のみを透過させる方が回転ずれの検出感度は向上する。尚ほ、第12図(c)は直線成分を遮蔽する空間フィルターであり、透過光量を最小にすることにより回折 $\theta$ の制御が行なえる。また、こ

のような回折軸制御用の空間フィルターを、 $x, y$ 軸制御用の特定周波数成分を検出する空間フィルターと兼用するためには、シャッター列と組合せることにより可能である。例えば、第12図(a)の空間フィルターと第13図のシャッター列を組合せ、全部のシャッター列の開口部26を開けば、回折軸制御用の空間フィルターとして働き、特定のシャッター列の開口部26-1, 26-2のみを開けば、 $x, y$ 軸制御用の空間フィルターとして働く。また、シャッター列は電気的に開閉されるシャッターばかりでなく、パルスモータで駆動される円盤上にシャッター列の必要な開閉状態と等価な開口を設けておき、パルスモータで選択しても良い。また円盤上に必要な空間フィルターを設けておき、同様にパルスモータで選択しても良いことは言うまでもない。

また、IC用のパターンは、通常決められた方向に配列された矩形パターンから成り立っているから、これらのパターンがプリントされているウエハーやマスクパターンをコヒーレント照明すると、これらのパターンから得られるフーリエ変換像のスペクトルは空間的に特定の方向に現われる。従つて、ウエハーおよびマスクに設ける位置合わせ基準パターンをICパターンとは異なつた方向にスペクトル分布が得られるような形状にすれば、ウエハーおよびマスクをコヒーレント照明した時、ICパターンと位置合わせ用基準パターンとを空間フィルター面上で分離でき、S/Nの良い位置合わせが可能である。

次に、今迄述べた合成回折格子法による本発明の位置合せ装置について述べる。第14図は本発明の実施例であつて、27はマスクパターン、28はウエハー、29, 30は回折格子もしくはマルチスリット列、31はマスクパターン、ウエハーの移動部、32はコヒーレント元

光線もしくは単色光光線、33、37、40、48、55はビームスプリッター、34はミラー、35は右側の光学系へ導びかれる光、36は左側の光学系へ導びかれる光、38、43、46、49、54、57は光電変換器、39、50はフーリエ変換レンズ、40、45、51、56は空間フィルター、41、52はシャッタ列、42、53はレンズ、47は信号処理制御部である。マスクパターン27とウエハー28には回折格子もしくはマルチスリット列29、30が第10図に示したような位置に設けられている。マスクパターン27とウエハー28は高精度なテーブルにとりつけられ移動部31によつて相対的にx軸、y軸の2軸と回転軸θに対して動かすことができる。同時に、マスクパターン27とウエハー28との間隔が一定に保たれるようになっている。コヒーレント光もしくは単色光光源32からの光はビームスプリッター33およびミラー34によつて、右側の光学系に導びかれる光35と左側の光学系に導

びかれる光36とに分れる。各々に対応する回折格子29、30を照明し、先に示した第5図と等価な光学系で位相合せを行なう。

実際の動作は、まずウエハー28をオリエンテーション磁場でプリアライメントして移動部31にセッティングする。右側の光学系に導びかれた光35はウエハー28上の反射型回折格子30を照明すると同時に、その一部の光はビームスプリッター37で反射され、光電変換器38を介してその光強度は電気信号R<sub>1</sub>に変換される。ウエハー28の上の反射型回折格子30によつて反射された光は、ビームスプリッター37によつてフーリエ変換レンズ39に導びかれ、空間フィルター40の設けられている面上に回折格子30のフーリエスペクトルを生じる。第12図および第13図に示したような空間フィルタ40と空間フィルターを透過する周波数成分を選択するシャッタ列41との組合せて回折格子の周期方向のスペクトル成分を透過させて光電変換器43を介して、回転制御用の

電気信号C<sub>1</sub>に変換する。もしくはスペクトルの一部をビームスプリッター44により反射させて、第12図に示したような空間フィルタ45および光電変換器46により電気信号C<sub>1</sub>に変換する。この電気信号C<sub>1</sub>を入射光強度の歪曲の影響をなくするため入射光強度に対応する電気信号R<sub>1</sub>で割つた $\theta_1 = C_1/R_1$ 及び正側の光学系によつて得られる $\theta_2 = C_2/R_2$ の値を最大(もしくは第12図(c)の空間フィルターを用いる場合は最小)にするように信号処理制御部47によつてウエハー28もしくは空間フィルタ40、51(あるいは45、56)の回転軸の制御を行なう。次に、マスクパターン27をウエハー28に対して一方向にわずかなずらしてセッティングする。この時も、前と同様に $\theta_1$ と $\theta_2$ の検出をおこなうことにより、マスクパターン27の回折格子29の方向をウエハー28の回折格子30の方向に一致させる。回折格子29と30が真なつて形成される合成回折格子のフーリエスペクトルの相交する2軸方向

の等定周波数成分(例えば、1次の回折光)を空間フィルタ40とシャッタ列41の組合せ、もしくは空間フィルタ40のみを介して、x軸、y軸制御用の電気信号A<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>に光電変換する。この時、左側の光学系に於いても同様の処理を行なつて電気信号A<sub>2</sub>、B<sub>2</sub>を得る。入射光強度に対応するR<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>で補正した $X_1 = A_1/B_1$ 、 $X_2 = A_2/B_2$ 、 $Y_1 = B_1/R_1$ 、 $Y_2 = B_2/R_2$ の値が最小になるようにマスクパターン27を信号処理制御部47と移動部31によつてx軸、y軸の2軸と回転軸θの制御をおこなない、マスクパターン27とウエハー28との位相合せを完了する。この時、Y<sub>1</sub>に隣接する軸定部を除いて $\frac{X_1+X_2}{2}$ 、Y<sub>1</sub>、 $\frac{X_1-X_2}{2}$ の値が最小するように信号処理制御部47と移動部31によつて、x軸とy軸の2軸と回転軸θの制御をおこなない位相合せをすることも可能である。

また、回折格子の形状が与えられると、位相ずれ量に対する回折光強度変化が理論的に求められるから、マスクパターンの回折格子を常に



一定方向からウェハーの回折格子に近づくようにし、回折光強度の出力  $X_1, X_2, Y_1, Y_2$  のピーク位が一定になるようにゲインコントロールをすれば、回折光強度の出力から位位ずれ量が求められる。逆に、ウェハーとマスクパターンを完全に重ねるだけでなく、一定位だけずらした位位に位位合せすることも可能になる。

合成回折格子を照明する光源としては、一般にスペクトル線の狭いコヒーレント光（例えばレーザ光）や単色光源（例えば干渉フィルター、色フィルターなどを照射された超高圧水銀灯の単一スペクトル）を使用すれば原理的に問題がない。これらの光源をマスクパターンをウェハーに焼付けする光源と兼ねても良いことはいうまでもない。一方、投影露光法、密着法でマスクパターンのウェハーへの焼付け光源として超高圧水銀灯の複線のスペクトル線を用いている場合がある。この場合にも、合成回折格子のフーリエスペクトルは、空間フィルター面で波

長によつて分離されるので、空間フィルターによつてある単一波長の特定の周波数成分のみを光電変換できる。もしくは、さらにS/Nを良くするためには、光電変換する以前に干渉フィルター、色フィルターを挿入して単一波長のみを透過させれば良い。このような方法により、複線の複スペクトル線をもつ光で照明しても位位合せが可能である。

また、2つの回折格子の少なくとも1つに半透明薄膜を付加して、2つの回折格子間でくり返し反射をおこさせると同時に、間隙を照射すれば位相の揃った波面のみを外に取り出すことができる。この方法で合成回折格子の鮮明なフーリエスペクトルが得られるから、より高精度な位位合せが可能である。

以上の位位合せにおいて、通常は回折格子の所定の1周期内にプリアライメントされている必要がある。このプリアライメントに要求される精度を緩和するためには、(1)粗い回折格子を用いて、低次と高次の回折光を検出する、(2)基

底パターンを粗い2種類の回折格子で構成する、などの2段階の位位合せ法が有効である。一般に  $n$  次（ $n$  奇数）の回折光を用いると  $+1$  次の回折光の  $n$  倍の位位合せ精度が得られる。よつて、(1)の方法で、例えば  $+1$  次と  $+3$  次の回折光を用いるとすると、3次の回折光による位位合せ精度は、3倍の周期の回折格子の1次の回折光によるものと等価である。すなわち、粗い回折格子を用いて、1次の回折光で粗い位位合せをおこない、3次（さらには高次）の回折光により精密な位位合せをすることにより、プリアライメントの精度は逆和される。(2)の方法は、第10図に示した直交する各々の回折格子を粗いピッチと細かいピッチの積、粗の種類のパターンで構成するものである。このとき、粗い回折格子による回折光を検出して粗い位位合せをおこない、さらに細かい回折格子による回折光を検出して精密な位位合せを行なうことにより、前記の目的が達成される。

以上の説明においては、位位合せを中心にし

た位位検出について述べたが、本発明は測長装置としても有効である。すなわち、長さまたは変位の測定を行なうには、2枚の回折格子のうち一方を固定し、他方を被測定物と共に同一平面内で移動し、その間に变化する回折光の光強度変化を測定する。一般に回折格子の1周期に相当する距離を動くとき第2図、第8図、第9図に示したように回折光の光強度が零に近づく点がある。この零点の個数を計数することにより移動距離を測定できる。また零点の間の距離はその間を内挿することにより得られる。特に測長の回折格子としては、第2図、第8図、第9図の特性をもつものよりも例えば第15図に示すものが優れている。第15図(a)、(b)は吸収型の回折格子を使用した例で開口部の大きさ  $\phi$  がピッチ  $P$  の  $1/2$  の場合である。同図(a)は1次の回折光を検出した場合、同図(b)は3次の回折光を検出した場合である。図の様に理論曲線は  $\cos x$  の面数になるから零点の個数の計数と極大値で規格化したアナログ出力を検出すること

より精密に相対的な移動距離を測定できる。また、高次の回折光を同様な方法で検出すれば、同図(b)に示されているようにより高い精度で移動距離を測定できる。一般に $n$ 次( $n=1, 2, 3, \dots$ )の回折光を使用すれば $P/\lambda$ の周期の出力が得られる。同様に第15図(c)は位相型回折格子( $\alpha = \frac{3}{4}P, \theta = \pi$ )を使用した例で、同図(d)は吸収型回折格子( $\alpha = \frac{3}{4}P$ )と位相型回折格子( $\alpha = \frac{3}{4}P, \theta = \pi$ )の組合せを使用した例である。いずれも各点を計数することにより移動距離を測定できる。

以上説明したように、本発明は2枚の回折格子を電ね合わせるにより形成される合成回折格子のフーリエ変換像の特定周波数成分の光強度変化から位置合せを行なうものであり、マスクパターンとウエハーとの高精度の自動位置合せ装置として、その実用上の効果は顕著である。

また、本装置はマスクパターンとウエハーの位置合せに限らず、一般にある物体を所定の基

準位置に位置決めする装置として有効である。さらに一般にある物体の座標検出、比較、制御装置に適用できる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(a)は本発明に係る回折格子の概りの一例を示す全体の概念図、第1図(b)は第1図(a)の断面図、第1図(c)は第1図(b)と等価な合成回折格子を示す図、第2図は本発明に係る2つの回折格子の相対的な位置ずれに対する理論的な1次回折光強度変化を示す特性図、第3図は本発明に係る合成回折格子に対する実験配位図、第4図(a)は第2図に対応する実験データを示す特性図、第4図(b)は同図(a)の最小値付近を拡大した特性図、第5図は本発明に係る反射型回折格子による光学系の一例を示す配位図、第6図は本発明に係るマルチスリット列の構成例を示す図、第7図(a), (b)は本発明に係る位相型回折格子の形状の一例を示す断面図、第8図は本発明に係る2つの位相型回折格子の相対的な位置ずれに対する理論的な1次回折光強度変化の一

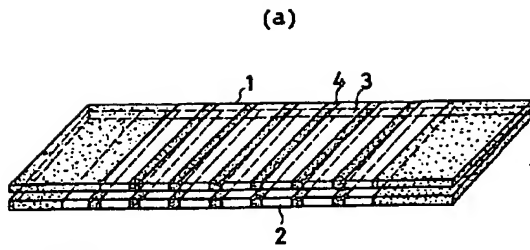
例を示す特性図、第9図は本発明に係る吸収型回折格子と位相型回折格子の相対的な位置ずれに対する理論的な1次回折光強度変化の一例を示す特性図、第10図(a), (b), (c)は本発明に係る回折格子の具体的な3つの配位例を示す図、第11図(a), (c)は本発明に係る回折格子の形状の一例を、(b), (d)はそのフーリエスペクトルの分布の一例を示す図、第12図(a), (b), (c)は本発明に係る回折格子検出用の空間フィルターの幾つかの実施例を示す図、第13図は本発明に係るシャッタ列の構成例を示す図、第14図は本発明の実施例を示す構成図、第15図は本発明に係る2つの回折格子の相対的な移動距離に対する理論的な回折光強度の4つの例を示す特性図である。

1, 2, 29...回折格子、3, 23, 24...光を透過する開口部、4, 25...光を遮蔽する部分、5, 15, 16...平行なコヒーレント光、もしくは単色光、6...合成回折格子、7...回折光、8, 39, 50...フーリエ変換レンズ、

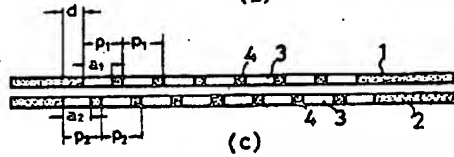
9, 40, 45, 51, 56...空間フィルター、10...光検出器、11, 33, 37, 44, 48, 55...ビームスプリッター、12, 30...反射型回折格子、13...ガラス基板、14...透明な薄膜、17...薄膜、18...反射膜、19...基板パターン、20, 21...回折格子に対応するフーリエスペクトル、22...モアレ縞に対応するフーリエスペクトル、26...シャッタ列の開口部、27...マスクパターン、28...ウエハー、31...移動部、32...コヒーレント光源もしくは単色光光源、34...ミラー、35...右側の光学系へ導かれる光、36...左側の光学系へ導かれる光、38, 43, 46, 49, 54, 57...光電変換器、41, 52...シャッタ列、42, 53...レンズ、47...信号処理制御部。

出願人代理人 弁理士 鈴 江 武 彦

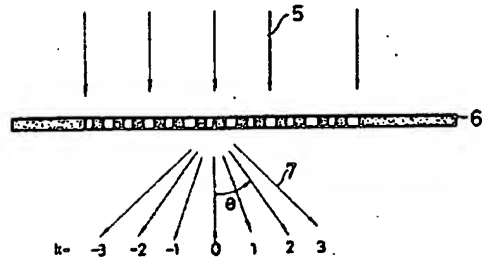
分 1 圖



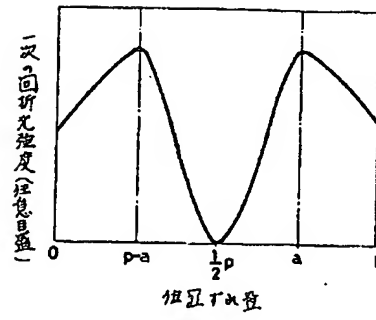
(b)



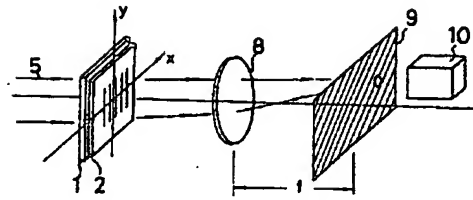
(c)



分 2 圖

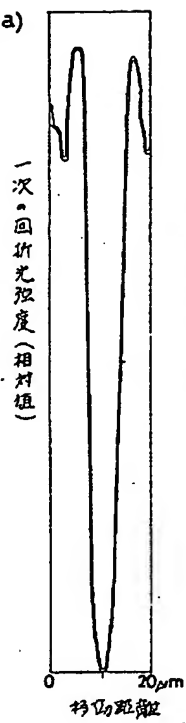


分 3 圖



分 4 圖

(a)



(b)

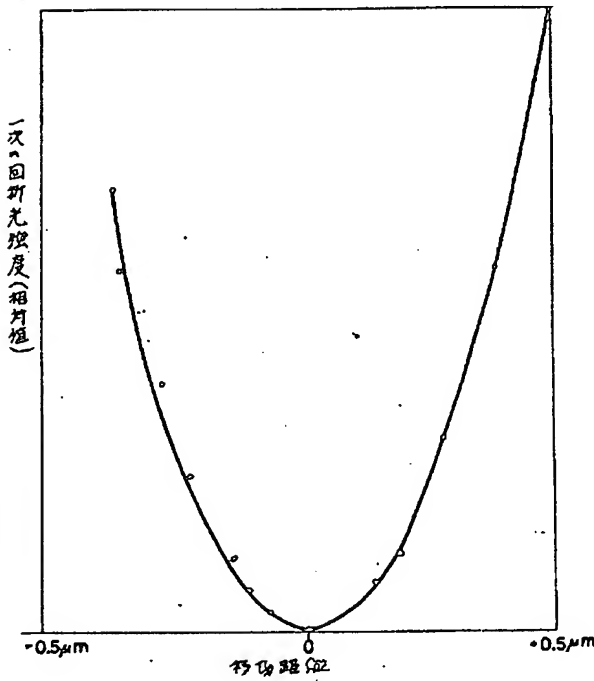


図 5

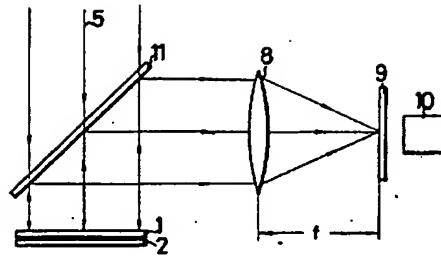


図 6

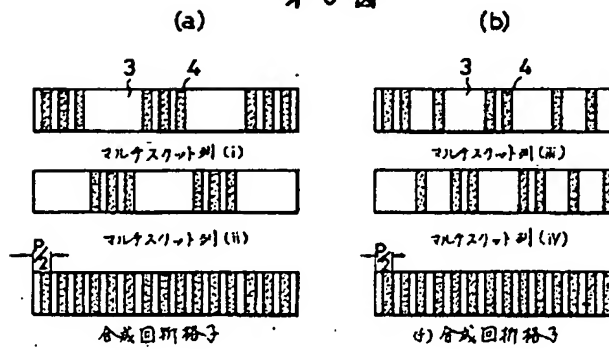


図 7

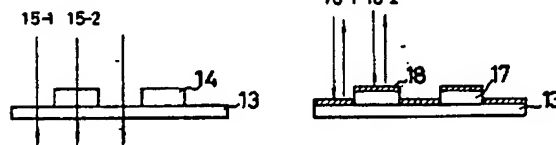
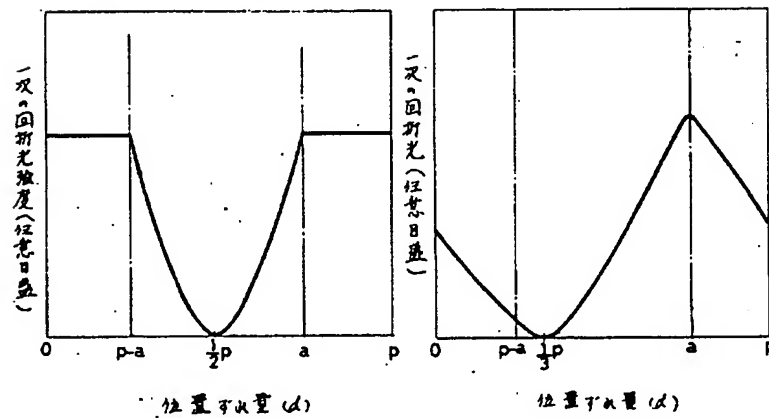
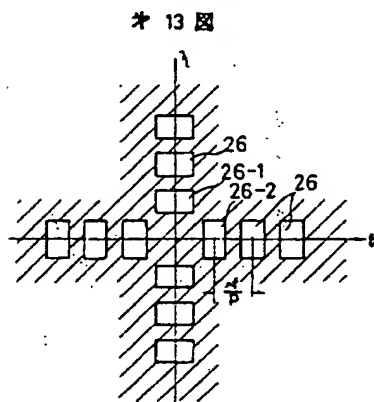
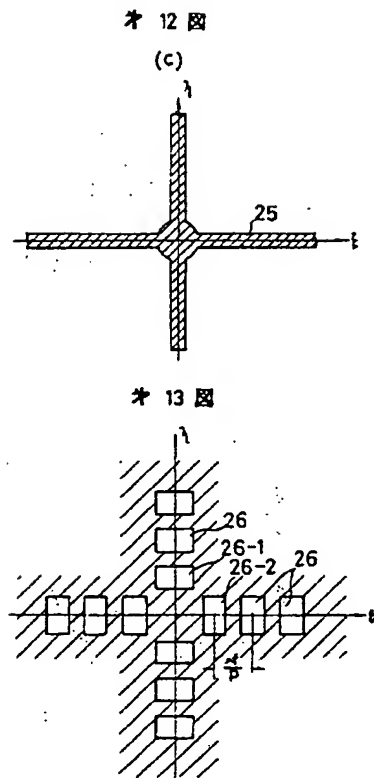
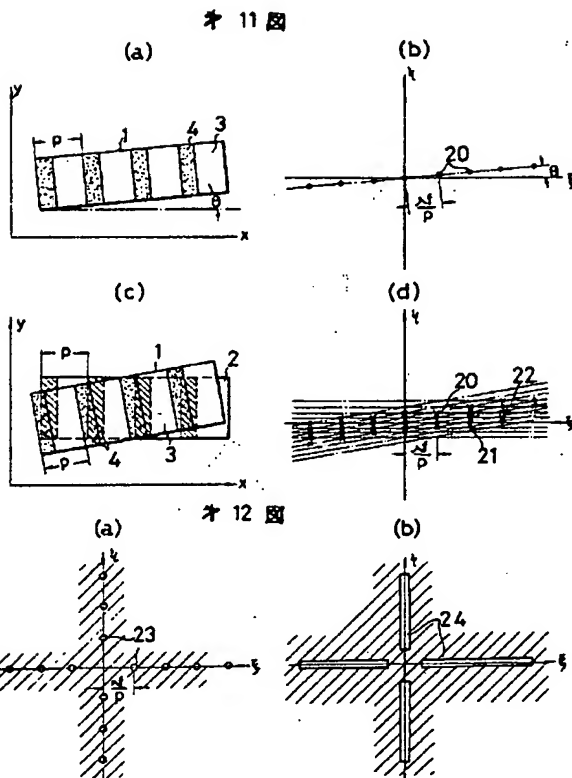
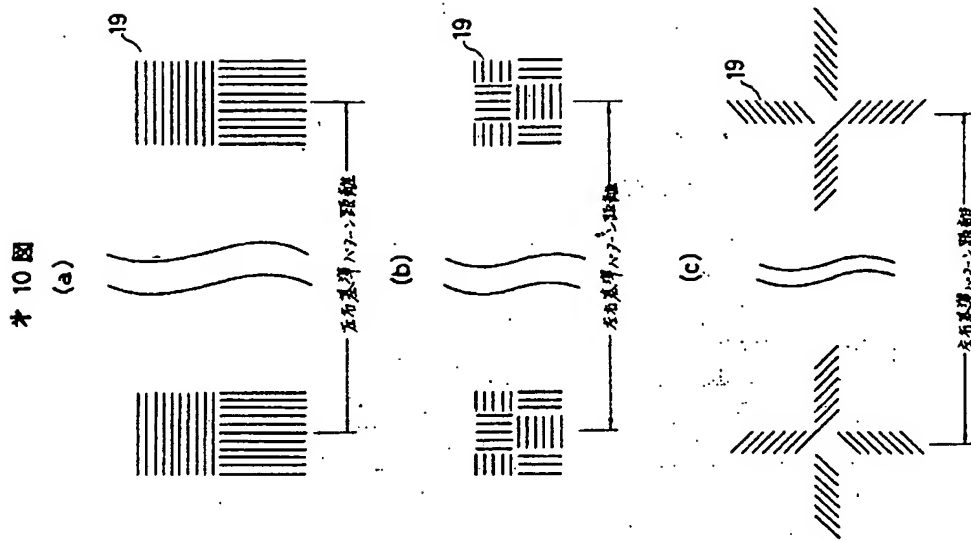


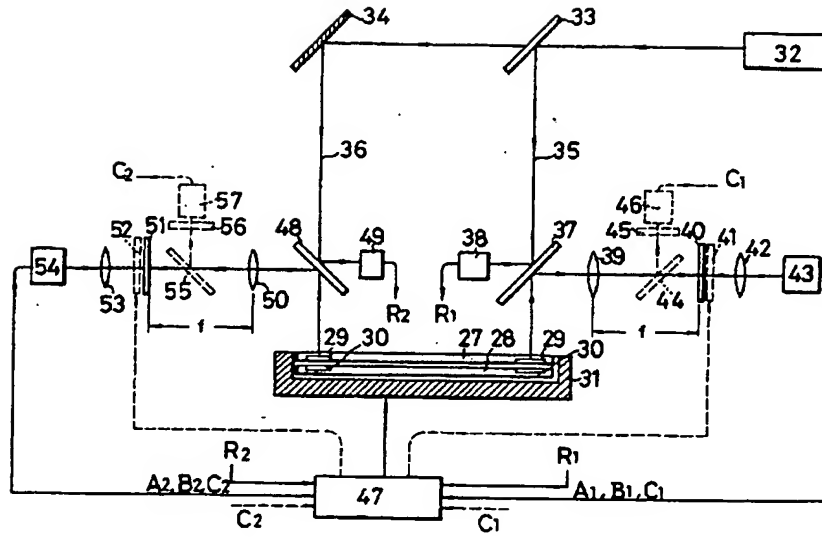
図 8

図 9





才 14 圖



才 15 圖

